

Détermination des caractéristiques chromatiques selon Cielab

(Résolution Oeno 1/2006)

1. Introduction

La couleur du vin est l'un des éléments visuels les plus importants dont nous disposons, en ce qu'elle nous apporte une multitude d'informations de grande pertinence.

La couleur est une sensation que nous percevons visuellement par l'effet de la réfraction ou de la réflexion de la lumière sur la surface d'un objet. La couleur est lumière, elle est liée étroitement à la lumière et c'est du type de lumière (illumination ou stimulus lumineux) que dépend la perception de couleurs différentes. La lumière est très variable, tout comme la couleur lorsqu'elle est mesurée.

Le vin absorbe une partie seulement des radiations lumineuses qu'il reçoit et en réfléchit une autre partie, laquelle parvient jusqu'à l'œil de l'*observateur*, lui procurant une sensation de couleur. Par exemple, la sensation induite par un vin de teinte rouge à luminosité très foncée est due à l'absorption quasi complète par ce vin de la radiation incidente.

1.1. Objet et champ d'application

Cette méthode spectrophotométrique a pour objet de déterminer le mode de mesure et de calcul des *caractéristiques chromatiques* des vins et autres boissons dérivées, avec reproduction des sensations de couleur ressenties par un observateur réel à partir des *composants trichromatiques* X, Y, Z définis par la Commission internationale de l'Éclairage (CIE, 1976).

1.2. Principe et définitions

La couleur d'un vin peut être définie par trois attributs ou qualités spécifiques de la sensation visuelle : sa teinte, sa luminosité (ou luminance) et son chromatisme.

La *teinte*, la plus caractéristique, désigne la couleur en soi : rouge, jaune, vert ou bleu. La *luminosité* est l'attribut de la sensation visuelle selon laquelle un vin paraît plus ou moins lumineux. Le *chromatisme* ou *niveau de coloration*, pour sa part, est lié à l'intensité plus ou moins forte de sa couleur. La conjugaison de ces trois concepts permet d'identifier les multiples nuances de couleur des vins.

Les *caractéristiques chromatiques* d'un vin sont définies par les *coordonnées colorimétriques* ou *de chromacité* (Fig. 1) correspondant à la *clarté* (L^*), *composante de couleur rouge/vert* (a^*), *composante de couleur jaune/bleu* (b^*), et par les *grandeurs dérivées*, à savoir la *chroma* (C^*), le *ton* (H^*) et la *chromacité* [(a^*, b^*) ou (C^*, H^*)]. En d'autres termes, ce système de couleur ou espace CIELab se fonde sur une représentation cartésienne séquentielle ou continue sur 3 axes orthogonaux L^* , a^* et b^* (Fig. 2 et 3). La coordonnée L^* désigne la clarté ($L^* = 0$ noir et $L^* = 100$ incolore), a^* désigne la composante de couleur rouge/vert ($a^* > 0$ rouge, $a^* < 0$ vert) et b^* la composante de couleur jaune/bleu ($b^* > 0$ jaune, $b^* < 0$ bleu).

1.2.1. Clarté

Son symbole est L^* et elle se définit par la fonction mathématique suivante :

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (\mathbf{I})$$

Elle est directement liée à la sensation visuelle de luminosité.

1.2.2. Composante de couleur rouge/vert

Son symbole est a^* et elle se définit par la fonction mathématique suivante :

$$a^* = 500[(X/X_n) - (Y/Y_n)] \quad (\mathbf{I})$$

1.2.3. Composante de couleur jaune/bleu

Son symbole est b^* et elle se définit par la fonction mathématique suivante :

$$b^* = 200 \cdot [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad \text{(I)}$$

1.2.4. Chroma

Le symbole de la Chroma est C^* , défini par la fonction mathématique suivante :

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

1.2.5. Ton

Le symbole du ton est H^* , son unité est le degré sexagésimal ($^\circ$) et il est défini par la fonction mathématique suivante :

$$H^* = \text{tg}^{-1} (b^*/a^*)$$

1.2.6. Différence de ton entre deux vins

Le symbole est ΔH^* , défini par la fonction mathématique suivante :

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2}$$

(I) Voir explication annexe I.

1.2.7. Différence colorimétrique globale entre deux vins

Le symbole est ΔE^* , défini par les formules mathématiques suivantes :

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta H^*)^2}$$

1.3. Réactifs et produits

Eau distillée.

1.4. Appareillage et matériel

Équipement et appareillage courants de laboratoire, notamment :

1.4.1. Spectrophotomètre permettant d'effectuer des mesures avec une longueur d'onde de transmittance comprise entre 300 et 800 nm, avec illuminant D65 et observateur à 10°. Utiliser des appareils à résolution égale ou supérieure à 5 nm et, si possible, à balayage.

1.4.2. Matériel informatique et programme approprié permettant, en conjonction avec le spectrophotomètre, de calculer les coordonnées colorimétriques (L^* , a^* et b^*) et leurs grandeurs dérivées (C^* et H^*).

1.4.3. Récipients de verre, disponibles par paires, de trajet optique de 1, 2 et 10 mm.

1.4.4. Micropipettes permettant de prélever des volumes compris entre 0,020 et 2 ml.

1.5. Échantillonnage et préparation de l'échantillon

La prise d'essai doit respecter particulièrement tous les concepts d'homogénéité et de représentativité.

Si le vin est trouble, il doit être clarifié par centrifugation. Concernant les vins jeunes ou mousseux, la plus grande quantité possible de dioxyde de carbone doit être éliminée par agitation sous vide ou par le biais d'un bain à ultrasons.

1.6. Mode opératoire

— Sélectionner une paire de récipients pour réaliser la lecture spectrophotométrique en veillant à ne pas dépasser le plafond de mesure dans les limites de linéarité du spectrophotomètre. À titre indicatif, il est conseillé d'utiliser pour les vins blancs et rosés des récipients de 10 mm de trajet optique et d'1 mm pour les vins rouges.

- Une fois l'échantillon prélevé et préparé, mesurer sa transmittance entre 380 et 780 nm tous les 5 nm, en utilisant comme liquide de référence de l'eau distillée placée dans un récipient de même trajet optique de manière à régler la ligne de base ou le blanc. Sélectionner l'illuminant D65 et un observateur à 10°.

- Si le trajet optique du récipient de lecture est inférieur à 10 mm, il convient alors de transformer la transmittance à 10 mm avant de procéder au calcul de : L^* , a^* , b^* , C^* et H^* .

Résumé :

Mesures spectrales à des transmittances entre 780 et 380 nm
Intervalle : 5 nm
Récipients : en fonction de l'intensité du vin. 1 cm (vins blancs et rosés), 0,1 cm (vins rouges)
Illuminant D65
Observateur standard à 10°

1.7. Calculs

Le spectrophotomètre doit être utilisé en conjonction avec un programme informatique permettant de calculer facilement, au moyen des algorithmes mathématiques appropriés, les coordonnées colorimétriques (L^* , a^* et b^*) et leurs grandeurs dérivées (C^* et H^*).

En l'absence de programme informatique, les calculs seront effectués conformément à l'Annexe 1.

1.8. Expression des résultats

Les coordonnées colorimétriques du vin seront exprimées selon les recommandations énoncées au tableau suivant.

Coordonnées colorimétriques	Symbole	Unité	Intervalle	Décimales
Clarté	L^*		0-100 0 noir 100 incolore	1
Composante rouge/vert	a^*		>0 rouge <0 verte	2
Composante jaune/bleu	b^*		>0 jaune <0 bleu	2
Chroma	C^*			2
Ton	H^*	°	0-360°	2

1.9. Exemple numérique

La figure 4 recense les valeurs des coordonnées colorimétriques et présente le diagramme de chromaticité d'un vin rouge jeune pour les valeurs suivantes :

RECUEIL DES METHODES INTERNATIONALES D'ANALYSES – OIV
Caractéristiques Chromatiques

X = 12,31 ; Y = 60,03 et Z = 10,24
L* = 29,2
a* = 55,08
b* = 36,10
C* = 66,00
H* = 33,26°

2. Fidélité

Les données ci-dessus ont été obtenues dans le cadre de deux essais interlaboratoires exécutés en double aveugle sur 8 échantillons de vin ayant des caractéristiques chromatiques progressives. Ces essais ont été conduits conformément aux recommandations du Protocole harmonisé pour les études collectives en vue de la validation de la méthode d'analyse.

2.1. Coordonnée colorimétrique L* (clarté, 0-100)

Identification de l'échantillon	A	B	C	D	E	F	G	H
Année de l'essai interlaboratoires	2004	2002	2004	2004	2004	2004	2002	2004
Nombre de laboratoires participants	18	21	18	18	17	18	23	18
Nombre de laboratoires admis après élimination des valeurs aberrantes	14	16	16	16	14	17	21	16
Valeur moyenne (\bar{x})	96,8	98,0	91,6	86,0	77,4	67,0	34,6	17,6
Écart-type de répétabilité (s_r)	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,9	0,1	0,2
Écart-type relatif de répétabilité (RSD _r) (%)	0,2	0,1	0,3	1,0	0,3	1,3	0,2	1,2
Limite de répétabilité (r) (2,8 x s_r)	0,5	0,2	0,7	2,2	0,7	2,5	0,2	0,6
Écart-type de reproductibilité (s_R)	0,6	0,1	1,2	2,0	0,8	4,1	1,0	1,0
Écart-type relatif de reproductibilité (RSD _R) (%)	0,6	0,1	1,3	2,3	1,0	6,1	2,9	5,6
Limite de reproductibilité (R) (2,8 x s_R)	1,7	0,4	3,3	5,5	2,2	11,5	2,8	2,8

2.2. Coordonnée colorimétrique a* (vert/rouge)

Identification de l'échantillon	A	B	C	D	E	F	G	H
Année de l'essai interlaboratoires	2004	2002	2004	2004	2004	2004	2002	2004
Nombre de laboratoires participants	18	21	18	18	17	18	23	18
Nombre de laboratoires admis après élimination des valeurs aberrantes	15	15	14	15	13	16	23	17
Valeur moyenne (\bar{x})	-0,26	-0,86	2,99	11,11	20,51	29,29	52,13	47,55
Écart-type de répétabilité (s_r)	0,17	0,01	0,04	0,22	0,25	0,26	0,10	0,53
Écart-type relatif de répétabilité (RSD _r) (%)	66,3	1,4	1,3	2,0	1,2	0,9	0,2	1,1
Limite de répétabilité (r) (2,8 x s_r)	0,49	0,03	0,11	0,61	0,71	0,72	0,29	1,49
Écart-type de reproductibilité (s_R)	0,30	0,06	0,28	0,52	0,45	0,98	0,88	1,20
Écart-type relatif de reproductibilité (RSD _R) (%)	116,0	7,5	9,4	4,7	2,2	3,4	1,7	2,5
Limite de reproductibilité (R) (2,8 x s_R)	0,85	0,18	0,79	1,45	1,27	2,75	2,47	3,37

2.3. Coordonnée colorimétrique b* (bleu/jaune)

Identification de l'échantillon	A	B	C	D	E	F	G	H
Année de l'essai interlaboratoires	2004	2002	2004	2004	2004	2004	2002	2004
Nombre de laboratoires participants	17	21	17	17	17	18	23	18
Nombre de laboratoires admis après élimination des valeurs aberrantes	15	16	13	14	16	18	23	15
Valeur moyenne (\bar{x})	10,95	9,04	17,75	17,10	19,68	26,51	45,82	30,07
Écart-type de répétabilité (s_r)	0,25	0,03	0,08	1,08	0,76	0,65	0,15	0,36
Écart-type relatif de répétabilité (RSD _r) (%)	2,3	0,4	0,4	6,3	3,8	2,5	0,3	1,2
Limite de répétabilité (r) (2,8 x s_r)	0,71	0,09	0,21	3,02	2,12	1,83	0,42	1,01
Écart-type de reproductibilité (s_R)	0,79	0,19	0,53	1,18	3,34	2,40	1,44	1,56
Écart-type relatif de reproductibilité (RSD _R) (%)	7,2	2,1	3,0	6,9	16,9	9,1	3,1	5,2
Limite de reproductibilité (R) (2,8 x s_R)	2,22	0,53	1,47	3,31	9,34	6,72	4,03	4,38

BIBLIOGRAPHIE

- Vocabulaire International de l'Éclairage. Publication CIE 17.4.- Publication I.E.C. 50(845). CEI(1987). Genève. Suisse.
- Colorimetry, 2nd. Ed.- Publication CIE 15.2 (1986) Vienna.
- Colorimetry, 2nd. Ed.- Publication CIE 15.2 (1986) Vienna.
- Kowaliski P. – Vision et mesure de la couleur. Masson ed. Paris 1990
- Wiszecki G. And W.S.Stiles, Color Science, Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, 2nd Ed. Wiley, New York 1982
- Sève R. - Physique de la couleur. Masson. Paris (1996)
- Echávarri J.F., Ayala F. et Negueruela A.I. -Influence du pas de mesure dans le calcul des coordonnées de couleur du vin. Bulletin de l'OIV 831-832, 370-378 (2000)
- I.R.A.N.O.R . Magnitudes Colorimétricas. Norma UNE 72-031-83
- Bertrand A.- Mesure de la couleur. F.V. 1014 2311/190196
- Fernández, J.I.; Carcelén, J.C.; Martínez, A. III Congreso Nacional De Enólogos, 1.997. Características cromáticas de vinos rosados y tintos de la cosecha de 1996 en la región de murcia
- Cagnaso E.- Metodi Oggettivi per la definizione del colore del vino. Quaderni della Scuola di Specializzazione in Scienze Viticole ed Enologiche. Universidad di Torino. 1997
- Ortega A.P., Garcia M.E., Hidalgo J., Tienda P., Serrano J. – 1995- Identificación y Normalización de los colores del vino. Carta de colores. Acti XXI Congreso Mundial de la Viña y el Vino, Punta del Este. ROU 378-391
- Iñiguez M., Rosales A., Ayala R., Puras P., Ortega A.P.- 1995-La cata de color y los parámetros CIELab, caso de los vinos tintos de Rioja. Acti XXI Congreso Mundial de la Viña y el Vino, Punta del Este. ROU 392-411
- Billmeyer, F.W. jr. And M. Saltzman: Principles of Color. Technology, 2. Auflage, New York; J. Wiley and Sons, 1981.

ANNEXE 1

Formellement, les composantes trichromatiques X, Y, Z d'un stimulus de couleur résultent de l'intégration, sur tout le spectre, des fonctions obtenues en multipliant la courbe spectrale relative du stimulus de couleur par les fonctions colorimétriques de l'observateur de référence. Il s'agit toujours des fonctions obtenues expérimentalement. Il n'est donc pas possible de calculer les composantes trichromatiques directement par intégration. En conséquence, on doit déterminer les valeurs approchées en remplaçant ces intégrales par des sommations des intervalles des longueurs d'onde.

$$X = K \sum_{(\lambda)} T_{(\lambda)} S_{(\lambda)} \bar{X}_{10(\lambda)} \Delta_{(\lambda)}$$

$T_{(\lambda)}$ est la mesure de la transmittance du vin mesurée à la longueur d'onde λ exprimée à 1 cm de trajet optique.

$$Y = K \sum_{(\lambda)} T_{(\lambda)} S_{(\lambda)} \bar{Y}_{10(\lambda)} \Delta_{(\lambda)}$$

$\Delta_{(\lambda)}$ est l'intervalle entre la valeur de λ auxquelles on mesure $T_{(\lambda)}$

$$Z = K \sum_{(\lambda)} T_{(\lambda)} S_{(\lambda)} \bar{Z}_{10(\lambda)} \Delta_{(\lambda)}$$

$S_{(\lambda)}$: coefficients fonction de λ et de l'illuminant. (Tableau 1).

$$K = 100 / \sum_{(\lambda)} S_{(\lambda)} \bar{Y}_{10(\lambda)} \Delta_{(\lambda)}$$

$\bar{X}_{10(\lambda)}$; $\bar{Y}_{10(\lambda)}$; $\bar{Z}_{10(\lambda)}$: coefficients fonction de λ et de l'observateur. (Tableau 1)

Les formules pour les calculs font référence aux valeurs X_n , Y_n , Z_n , qui correspondent au diffuseur parfait pour les conditions d'illumination et de l'observateur de référence donnés. Ici, l'illuminant est D65 et l'observateur 10°.

$$X_n = 94,825; \quad Y_n = 100; \quad Z_n = 107,381$$

Cet espace approximativement uniforme est dérivé de l'espace CIEYxy, où sont définies les composantes trichromatiques X, Y, Z.

Les calculs des coordonnées L^* , a^* y b^* son effectués a partir des valeurs des composants Trichromatiques X, Y, Z, en utilisant les formules suivantes.

$$L^* = 116 (Y / Y_n)^{1/3} - 16 \quad \text{para } Y / Y_n > 0,008856$$

$$L^* = 903,3 (Y / Y_n) \quad \text{para } Y / Y_n < \acute{o} = 0,008856$$

$$a^* = 500 [f(X / X_n) - f(Y / Y_n)]$$

$$b^* = 200 [f(Y / Y_n) - f(Z / Z_n)]$$

$$f(X / X_n) = (X / X_n)^{1/3} \quad \text{para } (X / X_n) > 0,008856$$

$$f(X / X_n) = 7,787 (X / X_n) + 16 / 166 \quad \text{para } (X / X_n) < \acute{o} = 0,008856$$

$$f(Y / Y_n) = (Y / Y_n)^{1/3} \quad \text{para } (Y / Y_n) > 0,008856$$

$$f(Y / Y_n) = 7,787 (Y / Y_n) + 16 / 116 \quad \text{para } (Y / Y_n) < \acute{o} = 0,008856$$

$$f(Z / Z_n) = (Z / Z_n)^{1/3} \quad \text{para } (Z / Z_n) > 0,008856$$

$$f(Z / Z_n) = 7,787 (Z / Z_n) + 16 / 116 \quad \text{para } (Z / Z_n) < \acute{o} = 0,008856$$

L'écart colorimétrique global entre deux couleurs est donné par la différence de couleur CIELAB

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Dans l'espace CIELAB il est possible d'exprimer des écarts de couleur non seulement globaux, mais aussi suivant un ou plusieurs des paramètres L^* , a^* et b^* . Cela permet de définir de nouveaux paramètres et les relier avec les attributs de la sensation visuelle.

La clarté, reliée à la luminosité, est directement représenté par la valeur de L^* .

$$\text{La chroma: } C^* = (a^{* 2} + b^{* 2})^{1/2} \text{ définit la chromie.}$$

L'angle de teinte: $H^* = \text{tg}^{-1} (b^*/a^*)$ (exprimée en degrés). Est relié à la teinte.

$$\text{La différence de teinte : } \Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2}$$

Pour deux couleurs quelconques, ΔC^* représente leur différence de chromaticité; ΔL^* , leur différence de clarté, et ΔE^* , leur écart de couleur global. Nous avons donc:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta H^*)^2]^{1/2}$$

RECUEIL DES METHODES INTERNATIONALES D'ANALYSES – OIV
Caractéristiques Chromatiques

Tableau 1. Coefficients à appliquer dans les formules

Long. d' (λ) nm.	S_(λ)	$\bar{X}_{10(\lambda)}$	$\bar{Y}_{10(\lambda)}$	$\bar{Z}_{10(\lambda)}$
380	50,0	0,0002	0,0000	0,0007
385	52,3	0,0007	0,0001	0,0029
390	54,6	0,0024	0,0003	0,0105
395	68,7	0,0072	0,0008	0,0323
400	82,8	0,0191	0,0020	0,0860
405	87,1	0,0434	0,0045	0,1971
410	91,5	0,0847	0,0088	0,3894
415	92,5	0,1406	0,0145	0,6568
420	93,4	0,2045	0,0214	0,9725
425	90,1	0,2647	0,0295	1,2825
430	86,7	0,3147	0,0387	1,5535
435	95,8	0,3577	0,0496	1,7985
440	104,9	0,3837	0,0621	1,9673
445	110,9	0,3867	0,0747	2,0273
450	117,0	0,3707	0,0895	1,9948
455	117,4	0,3430	0,1063	1,9007
460	117,8	0,3023	0,1282	1,7454
465	116,3	0,2541	0,1528	1,5549
470	114,9	0,1956	0,1852	1,3176
475	115,4	0,1323	0,2199	1,0302
480	115,9	0,0805	0,2536	0,7721
485	112,4	0,0411	0,2977	0,5701
490	108,8	0,0162	0,3391	0,4153
495	109,1	0,0051	0,3954	0,3024
500	109,4	0,0038	0,4608	0,2185
505	108,6	0,0154	0,5314	0,1592
510	107,8	0,0375	0,6067	0,1120
515	106,3	0,0714	0,6857	0,0822
520	104,8	0,1177	0,7618	0,0607
525	106,2	0,1730	0,8233	0,0431
530	107,7	0,2365	0,8752	0,0305
535	106,0	0,3042	0,9238	0,0206
540	104,4	0,3768	0,9620	0,0137
545	104,2	0,4516	0,9822	0,0079
550	104,0	0,5298	0,9918	0,0040
555	102,0	0,6161	0,9991	0,0011
560	100,0	0,7052	0,9973	0,0000
565	98,2	0,7938	0,9824	0,0000

RECUEIL DES METHODES INTERNATIONALES D'ANALYSES – OIV
Caractéristiques Chromatiques

570	96,3	0,8787	0,9556	0,0000
575	96,1	0,9512	0,9152	0,0000
580	95,8	1,0142	0,8689	0,0000
585	92,2	1,0743	0,8256	0,0000
590	88,7	1,1185	0,7774	0,0000
595	89,3	1,1343	0,7204	0,0000
600	90,0	1,1240	0,6583	0,0000
605	89,8	1,0891	0,5939	0,0000
610	89,6	1,0305	0,5280	0,0000
615	88,6	0,9507	0,4618	0,0000
620	87,7	0,8563	0,3981	0,0000
625	85,5	0,7549	0,3396	0,0000
630	83,3	0,6475	0,2835	0,0000
635	83,5	0,5351	0,2283	0,0000
640	83,7	0,4316	0,1798	0,0000
645	81,9	0,3437	0,1402	0,0000
650	80,0	0,2683	0,1076	0,0000
655	80,1	0,2043	0,0812	0,0000
660	80,2	0,1526	0,0603	0,0000
665	81,2	0,1122	0,0441	0,0000
670	82,3	0,0813	0,0318	0,0000
675	80,3	0,0579	0,0226	0,0000
680	78,3	0,0409	0,0159	0,0000
685	74,0	0,0286	0,0111	0,0000
690	69,7	0,0199	0,0077	0,0000
695	70,7	0,0138	0,0054	0,0000
700	71,6	0,0096	0,0037	0,0000
705	73,0	0,0066	0,0026	0,0000
710	74,3	0,0046	0,0018	0,0000
715	68,0	0,0031	0,0012	0,0000
720	61,6	0,0022	0,0008	0,0000
725	65,7	0,0015	0,0006	0,0000
730	69,9	0,0010	0,0004	0,0000
735	72,5	0,0007	0,0003	0,0000
740	75,1	0,0005	0,0002	0,0000
745	69,3	0,0004	0,0001	0,0000
750	63,6	0,0003	0,0001	0,0000
755	55,0	0,0002	0,0001	0,0000
760	46,4	0,0001	0,0000	0,0000
765	56,6	0,0001	0,0000	0,0000
770	66,8	0,0001	0,0000	0,0000
775	65,1	0,0000	0,0000	0,0000
780	63,4	0,0000	0,0000	0,0000

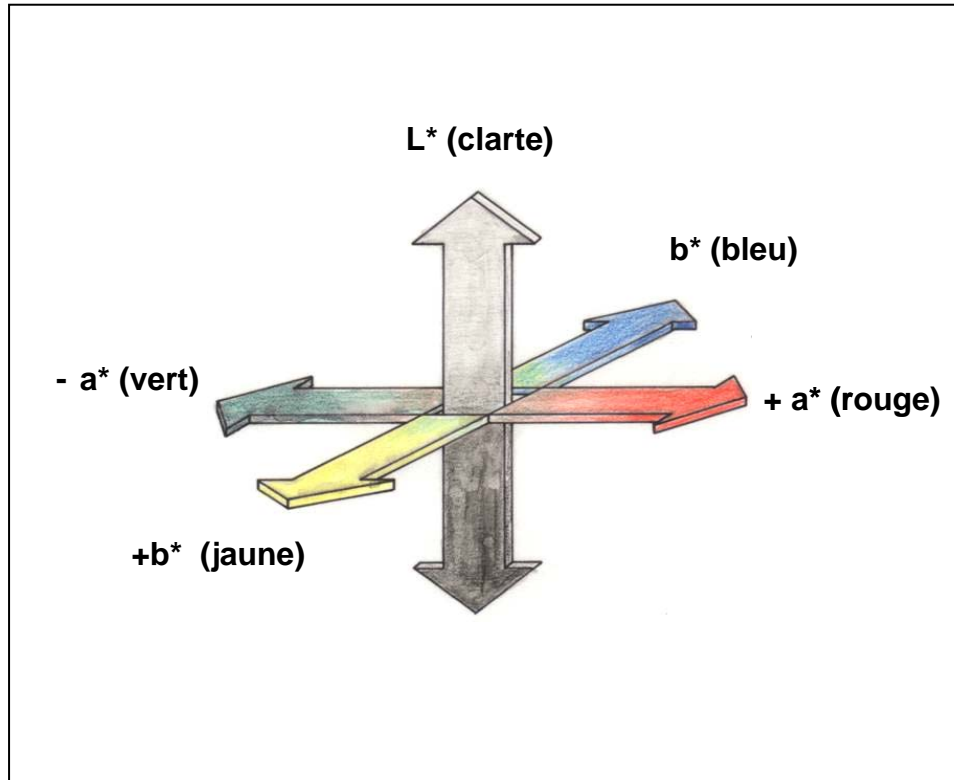


Figure 1 : Diagramme des coordonnées colorimétriques selon la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, 1976)

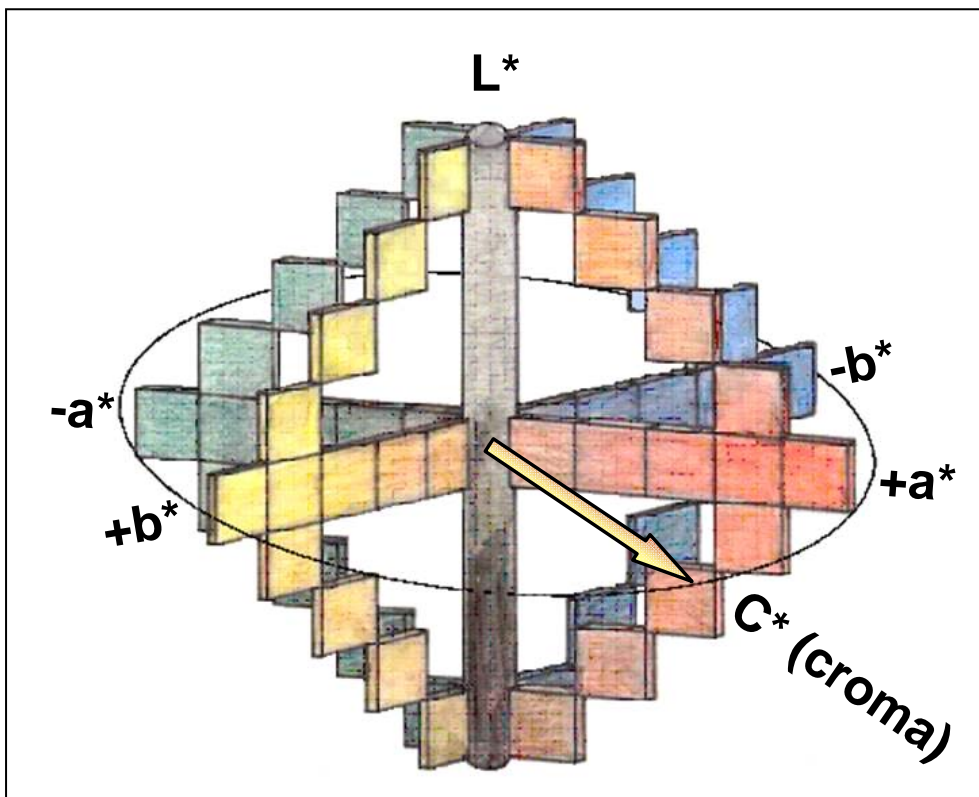


Figure 2. Espace CIELab de couleur à partir d'une représentation cartésienne séquentielle ou continue des 3 axes orthogonaux L, a et b.

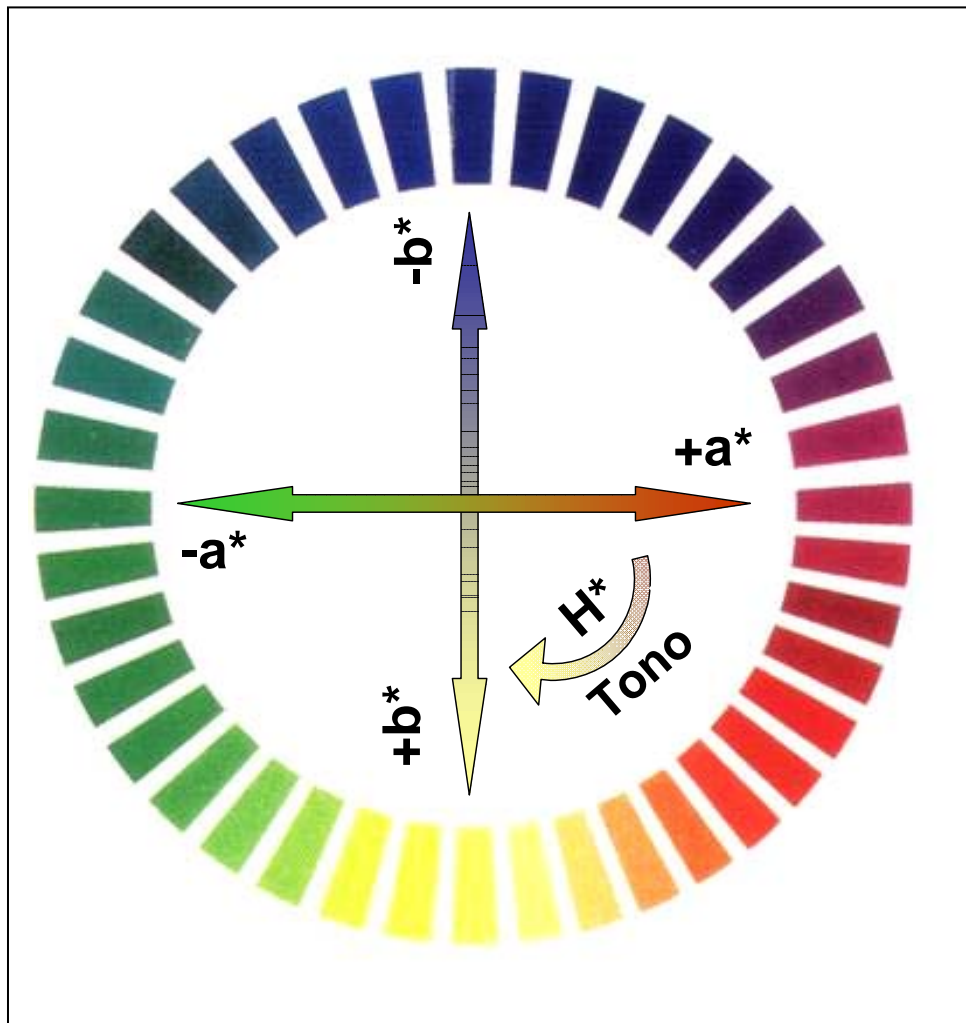


Figure 3. Diagramme séquentiel et/ou continu des coordonnées colorimétriques a et b et de magnitude dérivée comme le ton (H).

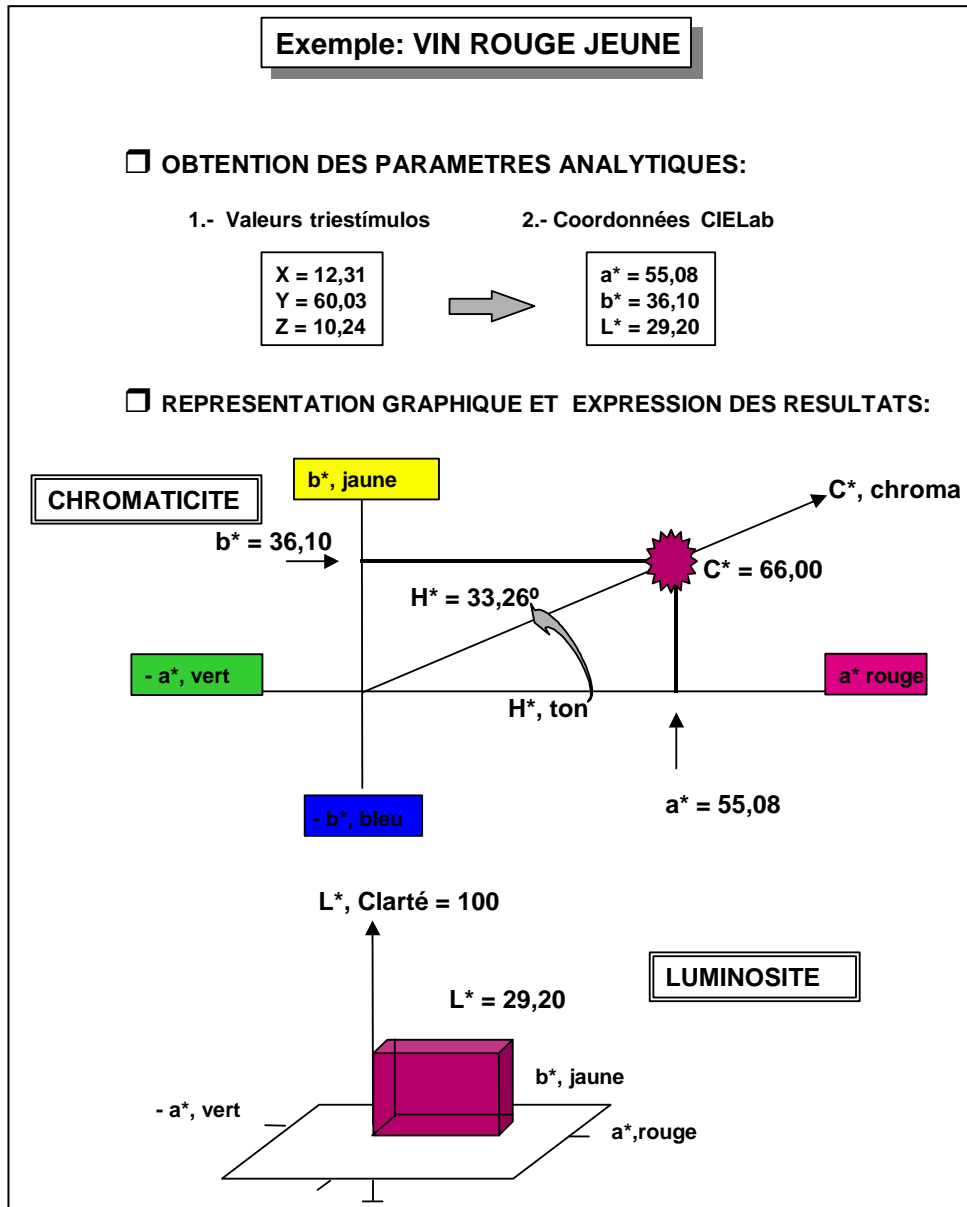


Figure 4. Représentation de la couleur d'un vin rouge jeune, utilisé comme exemple dans le chapitre 1.8, par un diagramme tridimensionnel de l'espace CIELab.